

(43)公開日 平成14年12月20日(2002.12.20)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

FI

デーポート* (参考)

. H O 1 L 33/00

H O 1 L 33/00

F 5 F 0 4 1

c

D

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2001-177969(P2001-177969)

(22) 出願日 平成13年6月13日(2001.6.13)

(71) 出願人 000241463

豊田合成株式会社

愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑 1
番地

(72) 堯明者 瀛 哲也

愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑1
番地 豊田合成株式会社内

(74) 代理人 100095577

弁理士 小西 富雅 (外1名)

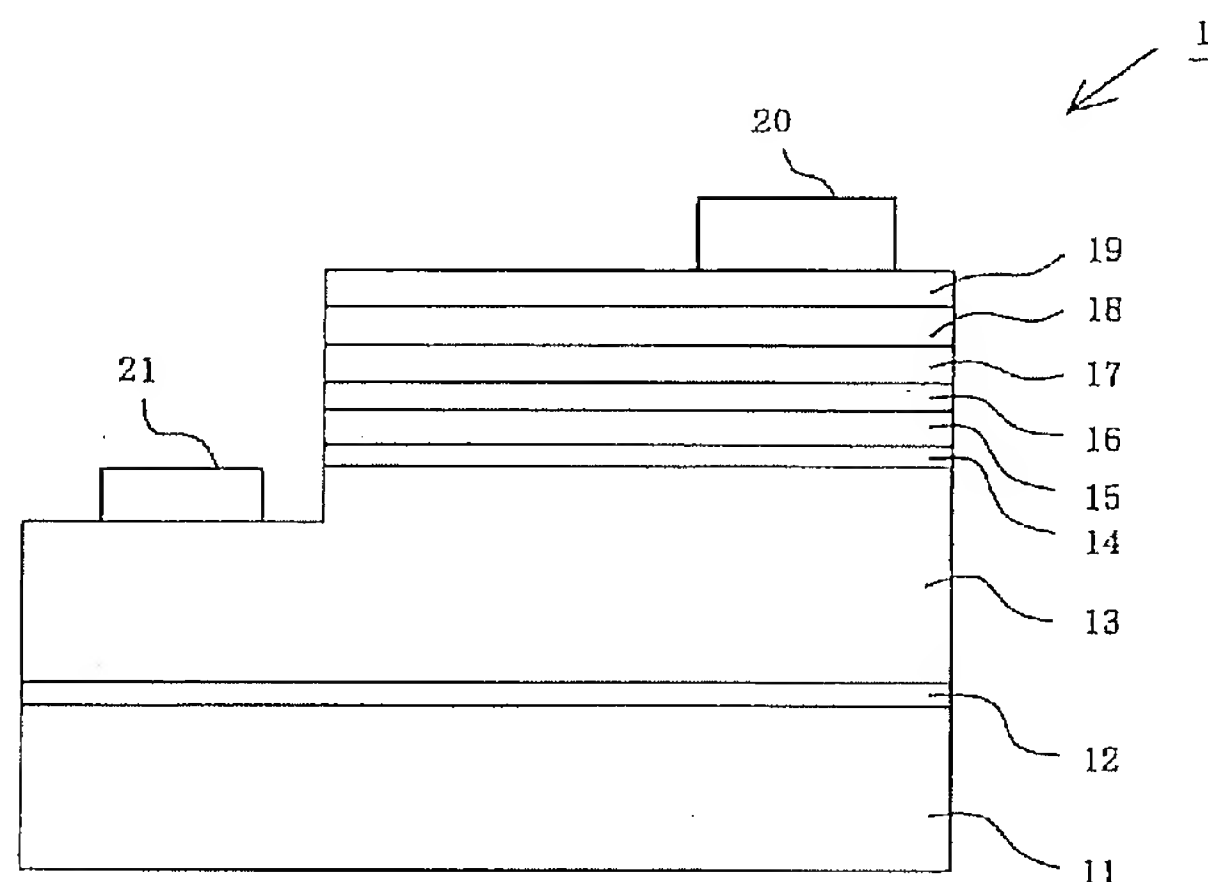
Fターム(参考) 5F041 AA11 CA05 CA34 CA40 CA41
CA43 CA46 CA49 CA57 CA65
DA18 DA44

(54) 【発明の名称】 発光素子

(57) 【要約】

【課題】 煩雑な製造工程を経ることなく製造することができる白色系の発光素子を提供する。また、発光特性の揃った白色系の発光素子の製造を可能とする。

【解決手段】 基板の上にn型のIII族窒化物系化合物半導体層、III族窒化物系化合物半導体からなる発光層、p型のIII族窒化物系化合物半導体層が順に積層された構成の発光素子において、n型のIII族窒化物系化合物半導体層と発光層との間に発光層からの青色光の一部を受光して黄色系の光を発光する $Zn_xCd_{1-x}S_ySe_{1-y}$ ($0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$) からなる半導体層を介在させる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板と、

III族窒化物系化合物半導体からなり、第 1 の光を発光する第 1 の層と、

 $Zn_xCd_{1-x}SySe_{1-y}$ ($0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$) からなり、黄色系の第 2 の光を放出する第 2 の層と、

を備える発光素子。

【請求項 2】 前記第 2 の層が、I、Br、又はClの少なくとも一つがドープされた $Zn_xCd_{1-x}SySe_{1-y}$ ($0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$) からなり、前記第 1 の層が発光する前記第 1 の光の一部を受光して前記第 2 の光を放出する、ことを特徴とする請求項 1 に記載の発光素子。【請求項 3】 前記第 2 の層が、 $Zn_xCd_{1-x}SySe_{1-y}$ ($0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$) からなり、自ら発光して前記第 2 の光を放出する、ことを特徴とする請求項 1 に記載の発光素子。【請求項 4】 III族窒化物系化合物半導体からなる第 1 の量子井戸層、及び $Zn_xCd_{1-x}SySe_{1-y}$ ($0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$) からなる第 2 の量子井戸層を含んで構成される多重量子井戸構造層を備える発光素子。

【請求項 5】 白色系の光を外部放出する、ことを特徴とする請求項 1～4 のいずれかに記載の発光素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は発光素子に関する。詳しくは、III族窒化物系化合物半導体とII-VI族化合物半導体を用いた発光素子に関する。本発明の発光素子は、例えば白色系の光源に利用できる。

【0002】

【従来の技術】III族窒化物系化合物半導体発光素子と蛍光体とを組み合わせ、発光素子で発光した光の一部を蛍光体により波長変換することにより、発光素子本来の発光色と異なる色を発光可能な発光素子又は発光装置

(LED) が知られている。例えば、青色系の発光色を有するIII族窒化物系化合物半導体発光素子と青色系の光により励起して黄色系の光を発光する蛍光体とを組み合わせ、白色系の発光を可能としたLEDが実用化されている。かかるLEDでは、蛍光体を含む光透過性の樹脂で発光素子の光放出側を被覆した構成が一般的である。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】上記従来のLEDでは、発光素子を製造した後、蛍光体を含む樹脂(蛍光体樹脂)がコーティングされる。即ち、発光素子の製造工程及び蛍光体樹脂のコーティング工程という二つの工程が必要である。従って、製造工程は煩雑であり、また製造コストも高いものであった。また、塗布、ディッ

ピング等により蛍光体樹脂のコーティングが行われることから、蛍光体樹脂のコーティング厚を精度良く制御することは難しい。このため、蛍光体の添加量にむらが生じ易く、均一な品質(発光色、発光強度等)でLEDを製造することは容易でなかった。一方、白色系LEDが実用化されたことによりLEDの適用、応用分野が拡大し、これに伴ってLEDのさらなる高輝度化が強く要望されている。

【0004】

【課題を解決するための手段】本発明は以上の課題の少なくとも一つを解決することを目的とするものであり、その構成は次の通りである。基板と、III族窒化物系化合物半導体からなり、第 1 の光を発光する第 1 の層と、 $Zn_xCd_{1-x}SySe_{1-y}$ ($0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$) からなり、黄色系の第 2 の光を放出する第 2 の層と、を備える発光素子、である。【0005】このような構成では、III族窒化物系化合物半導体からなる第 1 の層から第 1 の光が発光し、一方で $Zn_xCd_{1-x}SySe_{1-y}$ ($0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$) からなる第 2 の層から黄色系の光が放出され、第 1 の光と第 2 の光とが混色されて外部放射される。このように、発光素子を構成する半導体層の中に第 1 の光を発光する層と第 2 の光を放出する層とが設けられ、発光素子自体から二種類の光が放出されて混色することから、従来のように発光素子を製造した後に発光素子からの光の一部を波長変換する蛍光体樹脂を塗布等する必要がなくなり、製造工程の簡略化及び低コスト化が図られる。一方、発光素子の発光色、発光輝度等の発光特性は第 1 の光の量及び第 2 の光の量により規定される。これらの光の量は、専ら第 1 の層及び第 2 の層の組成、膜厚により制御されるが、かかる組成、膜厚の制御は従来のLEDにおける蛍光体層のコーティング工程でのコーティング厚の制御に比較して容易であり、即ち第 1 の光の量及び第 2 の光の量を精度良く制御することができる。したがって、発光特性の揃った発光素子を歩留まり良く製造することが可能となる。更に、蛍光体を含む樹脂をコーティング等することなく製造されるため、いわゆるベアチップとして使用可能であることから、種々の実装方法に対応することができ、製品設計の自由度が高いといった利点も有する。

【0006】

【発明の実施の形態】以下、本発明の発光素子を構成する各要素について詳細に説明する。本発明の発光素子は、基板、第 1 の光を発光するIII族窒化物系化合物半導体からなる第 1 の層、黄色系の第 2 の光を放出する $Zn_xCd_{1-x}SySe_{1-y}$ ($0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$) からなる第 2 の層を備える。尚、発光素子の構成としては、MIS接合、PIN接合やpn接合を有したホモ構造、シングルヘテロ構造若しくはダブルヘテロ構造のものをを用いることができる。

【0007】基板の材質は特に限定されず、サファイア、スピネル、シリコン、炭化シリコン、酸化亜鉛、リン化ガリウム、ヒ化ガリウム、酸化マグネシウム、酸化マンガン、III族窒化物系化合物半導体単結晶等を用いることができる。サファイア基板を用いる場合にはそのa面を利用することが好ましい。

【0008】第1の層はIII族窒化物系化合物半導体からなる。ここで、III族窒化物系化合物半導体とは、一般式として $Al_xGa_yIn_{1-x-y}N$ ($0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$, $0 \leq x+y \leq 1$) の四元系で表され、 AlN 、 GaN 及び InN のいわゆる2元系、 $Al_xGa_{1-x}N$ 、 $Al_xIn_{1-x}N$ 及び $Ga_xIn_{1-x}N$ (以上において $0 < x < 1$) のいわゆる3元系を包含する。III族元素の少なくとも一部をボロン(B)、タリウム(Tl)等で置換しても良く、また、窒素(N)の少なくとも一部もリン(P)、ヒ素(As)、アンチモン(Sb)、ビスマス(Bi)等で置換できる。II族窒化物系化合物半導体層は任意のドーパントを含むものであっても良い。n型不純物として、Si、Ge、Se、Te、C等を用いることができる。p型不純物として、Mg、Zn、Be、Ca、Sr、Ba等を用いることができる。なお、p型不純物をドーパした後にIII族窒化物系化合物半導体を電子線照射、プラズマ照射若しくは炉による加熱にさらすことも可能であるが必須ではない。

【0009】第1の層は発光する層を含む構成であり、その構成は特に限定されず、単一量子井戸構造、多重量子井戸構造等を採用できる。後述のように、第2の層として当該層自らが発光する構成とする場合には、第1の層を有する第1の量子井戸層と第2の層を有する第2の量子井戸層を含む多重量子井戸構造を採用することができる。第1の層は、周知の有機金属気相成長法(MOCVD法)、分子線結晶成長法(MBE法)、ハライド系気相成長法(HVPE法)、スパッタ法、イオンプレーティング法、電子シャワー法等によって形成することができる。

【0010】第1の層で発光される第1の光は、後述の第2の層から放出される光と混合されて外部放出される。即ち、本発明の発光素子からは、第1の層から発光する第1の光と第2の層から放出される第2の光とが混合された色の発光が得られる。従って、第1の光の色

(波長)は、第2の光の(波長)及び発光素子全体の発光色を考慮して適宜選択することができる。別の見方をすれば、第1の光の色を変化させることにより、発光素子の発光色を変化させることができる。第1の層で発光される光の波長としては、例えば、発光ピーク波長が430nm~560nmの範囲にある光であり、好ましくは発光ピーク波長が450nm~490nmの範囲にある青色光である。このような光を発光する第1の層を採用することにより、第1の層で発光した第1の光と後述

の第2の層で放出される第2の光とを混色させて白色系の発光色を得ることができる。

【0011】第2の層は、一般式 $Zn_xCd_{1-x}SySe_{1-y}$ ($0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$) で表されるII-VI族化合物半導体からなり、黄色系の第2の光を放出する層である。第2の層は光の放出態様の違いにより以下の二つに分けられる。即ち、上記第1の層が発光する光の一部を受光して第2の光を放出する層(以下、「II-VI族蛍光体層」という)、又は自ら発光して第2の光を放出する層(以下、「II-VI族発光層」という)である。前者の層が採用される場合には、上記第1の層で発光した第1の光の一部が第2の層により波長変換されて第2の光となり、当該第2の光と波長変換されない第1の光とが混合して外部放射される。一方、後者の層が採用される場合には、上記第1の層で発光した第1の光と、第2の層で発光した第2の光とが混合されて外部放射される。尚、II-VI族蛍光体層とII-VI族発光層の両者を採用して発光素子を構成することもできる。

【0012】第2の層としてII-VI族蛍光体層を採用する場合には、その形成材料をI(ヨウ素)、Br(臭素)、又はCl(塩素)の少なくとも一つがドーパされた $Zn_xCd_{1-x}SySe_{1-y}$ ($0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$) とすることが好ましい。また、この場合の第2の層は、上記第1の層とは別個に、基板の上に直接又は他の層を介して形成される。ここでの他の層は、例えばIII族窒化物系化合物半導体からなるバッファ層、n型層などである。そして、当該II-VI族蛍光体層の上には、直接又は他の層を介して上記第1の層が形成される。ここでの他の層は、例えばIII族窒化物系化合物半導体からなるn型層などである。基板と、上記第1の層との間にII-VI族蛍光体層を形成させることにより結晶性を高め、発光特性を向上できると考えられる。II-VI族化合物半導体はIII族窒化物系化合物半導体に比較して結晶欠陥の発生に必要なエネルギーが低いため、II-VI族化合物半導体からなる層によりその下地となる層の格子歪みを緩和することができるからである。以上のようなII-VI族蛍光体層は、周知の有機金属気相成長法(MOCVD法)、分子線結晶成長法(MBE法)、ハライド系気相成長法(HVPE法)、スパッタ法、イオンプレーティング法、電子シャワー法等によって形成することができる。II-VI族蛍光層を複数設けることもできる。この場合、異なる組成の層を組み合わせることもできる。

【0013】第2の層としてII-VI族発光層を採用する場合、上記第1の層とともに発光する層が形成されることとなる。即ち、第1の層を有する第1の量子井戸層と、第2の層を有する第2の量子井戸層とを備えてなる多重量子井戸構造を形成してもよい。ここで、第1の量子井戸層及び第2の量子井戸層の数はそれぞれ特に限定されない。例えば、第1の量子井戸層の数を1~10の

範囲とし、第2の量子井戸層を1～10の範囲とすることができる。第1の量子井戸層と第2の量子井戸層の積層順序は特に限定されず、両者をそれぞれ二つ用いる場合を例に採って説明すれば、基板側より第1の量子井戸層が連続して二つ並び、続いて第2の量子井戸層が連続して二つ並ぶ態様若しくはその逆に基板側より第2の量子井戸層が連続して二つ並び、続いて第1の量子井戸層が連続して二つ並ぶ態様、又は基板側より第1の量子井戸層、第2の量子井戸層が交互に並ぶ態様若しくはその逆に基板側より第2の量子井戸層、第1の量子井戸層が交互に並ぶ態様とすることができる。尚、各量子井戸層の間には量子障壁層（バリア層）が介在されるが、量子障壁層はIII族窒化物系化合物半導体で形成しても、II-VI化合物半導体で形成してもよい。また、全ての障壁層を同一の組成とする必要はなく、異なる組成の障壁層を組み合わせて用いることもできる。

【0014】第1の層で発光される第1の光により励起されて蛍光を発する蛍光体を含有する層（以下、「第2蛍光体層」という）を別途設けることもできる。例えば、第1の層と第2の層の間、第2の層と基板との間にこのような第2蛍光体層を設けることができる。第2蛍光体層を用いることにより、第1の層から発光する光の一部を波長変換し、発光素子全体の発光色を変化、補正することができる。ここでの蛍光体としては、第1の層からの光により励起されて発光するものであればその種類は限定されないが、例えば、La（ランタン）、Ce（セリウム）、Pr（プラセオジウム）、Nd（ネオジウム）、Sm（サマリウム）、Gd（ガドリニウム）、Dy（ジスプロシウム）、Er（エルビウム）、Eu（ユーロビウム）、Tb（テルビウム）、Ho（ホルミウム）、Tm（ツリウム）、Yb（イットルビウム）、Lu（ルテチウム）等の希土類元素を用いることができる。これらの蛍光体は単独で用いられることは勿論のこと、これらの中から任意に選択される2以上の蛍光体を組み合わせて用いることもできる。好ましくは、Eu及び／又はTbを蛍光体として用いる。これらの蛍光体が*

層	組成：ドーパント
第6層18	p-AlGaInN:Mg
第5層17	p-AlGaInN:Mg
第4層16	InGaInN層を含む層
第3層15	n-AlGaInN:Si
第2層14（蛍光）	ZnSe:I（膜厚：10μm）
第1層13	n-GaN:Si
バッファ層12	AlN
基板11	サファイア

【0019】バッファ層12は高品質の半導体層を成長させるために用いられる。本実施例ではAlNをバッファ層として用いたが、これに限定されるわけではなく、GaN、InNの二元系、一般的に Al_xGa_yN （ $0 < x < 1$ 、 $0 < y < 1$ 、 $x + y = 1$ ）で表されるIII族窒

*らの発光は鋭い線スペクトルを有する。

【0015】発光素子を構成する半導体層に蛍光体を含有させることもできる。例えば、n型III族窒化物系化合物半導体層、第2の層、第1の層、p型III族窒化物系化合物半導体層を備える素子構造を採用した場合には、いずれかの層又はこれらの中から任意に選択される複数の層に蛍光体を含有させることができる。また、基板とn型III族窒化物系化合物半導体層との間にIII族窒化物系化合物半導体からなるバッファ層を用いる場合には、当該バッファ層に蛍光体を含有させることもできる。また、全てのIII族窒化物系化合物半導体層に蛍光体を含有させることもできる。

【0016】蛍光体を多く添加する必要がある場合には、nコンタクト層のような膜厚の大きなIII族窒化物系化合物半導体層に蛍光体を含有させることが好ましい。膜厚の大きな層であれば、その結晶性に与える影響を抑えつつ大量の蛍光体を添加することが可能だからである。勿論、複数の半導体層に蛍光体を含有させることにより、より多くの蛍光体を添加することもできる。多重量子井戸構造を採用した場合には、量子障壁層（バリア層）に蛍光体を含有させることが好ましい。量子井戸層で発光した光を効率的に蛍光体に照射することができるからである。

【0017】本発明によれば、白色系の光をはじめとして様々な色（波長）の光を発光する発光素子を構成し得る。本発明の発光素子を用いて発光装置、例えば砲弾型、SMDタイプ等のLEDを構成することができる。かかる発光装置は、例えば、信号、表示板、ディスプレイ等の各種表示デバイス用の光源として用いることができる。

【0018】

【実施例】以下、実施例を用いて本発明の構成をより詳細に説明する。図1は実施例の一つである発光素子1の構成を模式的に示した図である。発光素子1の各層のスペックは次の通りである。

化物系化合物半導体（三元系）、さらには $Al_aGa_bIn_{1-a-b}N$ （ $0 < a < 1$ 、 $0 < b < 1$ 、 $a + b \leq 1$ ）で表されるIII族窒化物系化合物半導体（四元系）を用いることもできる。

【0020】第4層16（第1の層として発光する層を

含む層)の構造としては、多重量子井戸構造のものに限定されず単一量子井戸構造であってもよい。量子井戸層はInN、GaN、InGa_N及びInAlNを含むInGaAlNであれば良く、バリア層は量子井戸層よりエネルギーギャップが大きいGaN、InGa_N、InAlN、AlGa_Nを含むInGaAlNであればよい。第4層としてホモ構造、ヘテロ構造若しくはダブルヘテロ構造のものを用いることもできる。

【0021】以上の層構成は次のようにして形成される。まず、MOCVD装置の反応装置内へ水素ガスを流通させながらサファイア基板11を1150℃まで昇温して表面をクリーニングする。次に、基板温度を維持した状態でTMA及びNH₃を導入してバッファ層12をMOCVD法で成長させる。続いて、TMG、NH₃、Si源を導入して第1層13を同じくMOCVD法で成長させる。次に、TMG、Si源の供給を停止し、基板温度を500℃まで降温する。降温した後、NH₃の供給を停止する。次に、DMZn(ジメチル亜鉛)、DMSe(ジメチルセレン)、及びドーパント材料であるEi(エチルヨウ素)を供給し、II-VI族蛍光体層である第2層14の成長を行う。所望の膜厚まで成長させた後、DMZn及びドーパント材料の供給を停止し、基板温度を1150℃まで昇温する。続いて、DMSeの供給を停止する。

*

層	組成	ドーパント
第6層18	p-AlGa _N	Mg
第5層17	p-AlGa _N	Mg
第17層 37	GaN	(3.5nm)
第16層 36	In _{0.15} Ga _{0.85} N	(3.5nm)
...
第15層 35	Zn _{0.1} Cd _{0.9} Se _{0.8}	(3.5nm)
第14層 34	GaN	(3.5nm)
第13層 33	In _{0.15} Ga _{0.85} N	(3.5nm)
第12層 32	GaN	(3.5nm)
第11層 31	Zn _{0.1} Cd _{0.9} Se _{0.8}	(3.5nm)
第10層 30	GaN	(3.5nm)
第3層15	n-AlGa _N	Si
第2層13	n-GaN	Si
バッファ層12	AlN	
基板11	サファイア	

【0024】第10層～第17層はIII族窒化物系化合物半導体からなる層とII-VI族化合物半導体からなる層がバリア層を挟んで繰り返し積層された構造からなる。第10層30、第12層、第14層34、及び第17層37は、第1の量子井戸層としての第13層33、第16層36及び第2の量子井戸層としての第11層31、第15層35のいずれよりもエネルギーギャップが大きいIII族窒化物系化合物半導体(Al_xGa_yIn

*【0022】以上の工程の後、第3層15、第4層16、第5層17、及び第6層18を常法(MOCVD法)に従い形成する。第6層18を形成した後、MOCVD装置内よりウエハを取り出し、透光性電極19、p電極20、及びn電極21を形成する。まず、Ti/Niをマスクとして第6層18、第5層17、第4層16、第3層15、第2層14、第1層13の一部を反応性イオンエッチングにより除去し、n電極20を形成すべき第1層13を表出させる。次に、半導体表面上にフォトリソグレイを一様に塗布して、フォトリソグラフィにより、第6層18の上の電極形成部分のフォトリソグレイを除去して、その部分の第6層18を露出させる。蒸着装置にて、露出させた第6層18上にAu/Coからなる透光性電極19を形成する。次に、透光性電極19上にAuからなるp電極20を蒸着により形成する。同様に、AlとVの2層からなるn電極21を蒸着により、上記の表出させた第1層13上に形成する。以上の工程の後、各チップの分離工程を行う。

20

【0023】次に、本発明の他の実施例である発光素子2について説明する。発光素子2の構成を図2に模式的に示す。発光素子2における層構成は以下の通りである。尚、上記の発光素子1と同一の構成の層、部材については同一の符号を付してその説明を省略する。

$1-x-y$ N ($0 \leq x \leq 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ 、 $0 \leq x+y \leq 1$)又はII-VI族化合物半導体($Zn_xCd_{1-x}S_ySe_{1-y}$ ($0 \leq x \leq 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$))により形成されればよい。

【0025】このような第10～17層は次のように製造することができる。上記の発光素子1の場合と同様の方法で基板11上にバッファ層12、第1層13、第3層15を順に積層した後、基板温度を第3層15の成長

50

温度 (1150℃) に維持し、MOCVD 装置内に TMG 及び NH₃ を供給して第 10 層 30 を形成する。次に、TMG の供給を停止し、基板温度を 500℃ まで降温する。降温した後、NH₃ の供給を停止する。次に、DMZe (ジメチル亜鉛)、DMCd (ジメチルカドミウム)、DES (ジエチルサルファー) 及び DMS_e (ジメチルセレン) を供給し、第 11 層 31 の成長を行う。所望の膜厚まで成長させた後、DMZe 及び DMCd の供給を停止し、基板温度を 1150℃ まで昇温する。この状態で、DES 及び DMS_e の供給を停止する。次に、TMG 及び NH₃ を供給して第 10 層 30 と同様に第 12 層 32 を形成する。続いて、基板温度を維持した状態で原料ガスを TMI、TMG、NH₃ にかえ、第 13 層 33 を成長させる。このようにして、第 10 層 30 ~ 第 13 層 33 が形成される。この成長サイクルを所定回数繰り返し、第 10 ~ 第 17 層を形成する。第 17 層 37 を形成した後の製造工程は発光素子 1 の場合と同様に行われる。

【0026】 以上のように製造される発光素子 1 及び発光素子 2 を用いて LED を構成することができる。一例として、発光素子 1 を用いた LED 3 を図 4 に示す。LED 3 は次のように製造することができる。まず、発光素子 1 をリードフレーム 38 に設けられるカップ部 45 に接着剤 46 を用いてマウントする。接着剤 46 はエポキシ樹脂の中に銀をフィラーとして混合させた銀ペーストである。かかる銀ペーストを用いることにより発光素子 1 からの熱の放散がよくなる。発光素子 1 の p 電極 20 及び n 電極 21 をそれぞれワイヤ 41 及び 40 によりリードフレーム 39 及び 38 にワイヤボンディングする。その後、発光素子 1、リードフレーム 38、39 の一部、及びワイヤ 40、41 をエポキシ樹脂からなる封止レジン 50 により封止する。封止レジン 50 の材料は透明であれば特に限定はされないが、エポキシ樹脂の他、シリコン樹脂、尿素樹脂、又はガラスを好適に用いることができる。

【0027】 封止レジン 50 は、素子構造の保護等の目的で設けられるが、封止レジン 50 の形状を目的に応じて変更することにより封止レジン 50 にレンズ効果を付与することができる。例えば、図 4 に示される砲弾型の他、凹レンズ型、又は凸レンズ型等に成形することができる。また、光の取り出し方向 (図 4 において上方) から見て封止レジン 50 の形状を円形、楕円形、又は矩形とすることができる。

【0028】 封止レジン 50 内に発光素子 1 からの光により励起し、発光する蛍光体を含有させることができる。かかる蛍光体を含有する樹脂をリードフレーム 38 のカップ部 45 に充填させてもよい。封止レジン 50 に

拡散剤を含ませることができる。拡散剤を用いることにより、発光素子 1 からの光の指向性を緩和させることができる。拡散剤としては、酸化チタン、窒化チタン、窒化タンタル、酸化アルミニウム、酸化珪素、チタン酸バリウム等が用いられる。

【0029】 LED 3 では、まず、発光素子 1 の第 4 層 16 から青色系の光が発光される。この青色系の光の一部を受光することにより第 2 層 14 が黄色系の光を放出する。この黄色系の光と第 2 層 14 の発光に利用されなかった青色系の光とが混色されて白色系の光が外部放射される。

【0030】 以上、発光素子 1 を用いて LED を構成した場合について説明したが、発光素子 1 の代わりに発光素子 2 を用いて同様に LED を構成すれば、発光素子 2 の第 13 層 33 及び第 16 層 36 からは第 1 の量子井戸層の発光に起因する青色系の光と、第 11 層 31、第 15 層 35 からは第 2 の量子井戸層の発光に起因する黄色系の光が発光する。そして、これらの光が混色し白色系の光となって外部放射される。

【0031】 この発明は、上記発明の実施の形態の説明に何ら限定されるものではない。また、本発明は発光素子の中間体である積層体もその対象とする。特許請求の範囲の記載を逸脱せず、当業者が容易に想到できる範囲で種々の変形態様もこの発明に含まれる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 図 1 は、本発明の一実施例である発光素子 1 の構成を模式的に示した図である。

【図 2】 図 2 は、本発明の他の実施例である発光素子 2 の構成を模式的に示した図である。

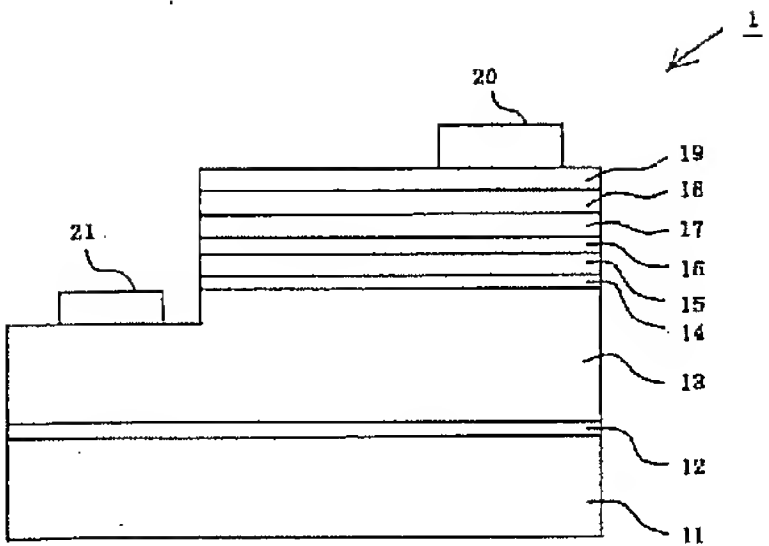
【図 3】 図 3 は、発光素子 2 の第 10 層 ~ 17 層の構成を模式的に示した図である。

【図 4】 図 4 は、発光素子 1 を用いて構成した LED 3 を示す図である。

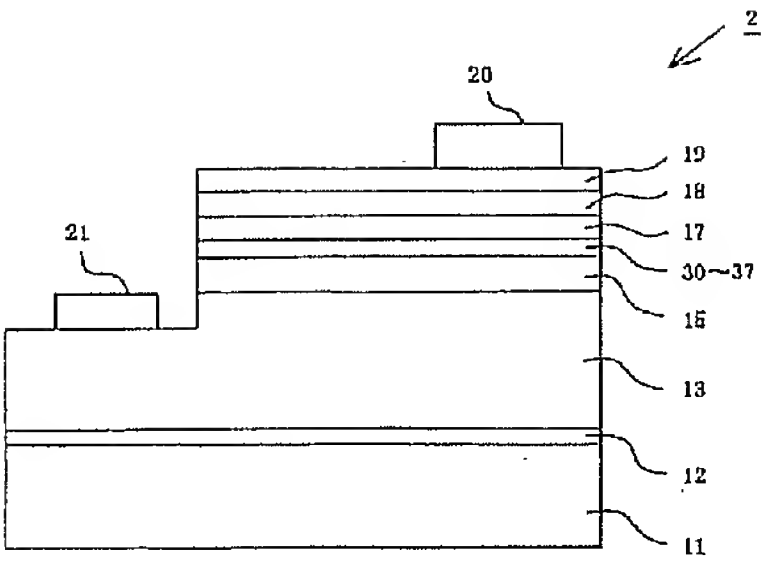
【符号の説明】

- 1 2 発光素子
- 3 LED
- 11 基板
- 12 バッファ層
- 13 第 1 層
- 14 第 2 層
- 15 第 3 層
- 16 第 4 層
- 17 第 5 層
- 18 第 6 層
- 38 39 リードフレーム
- 50 封止レジン

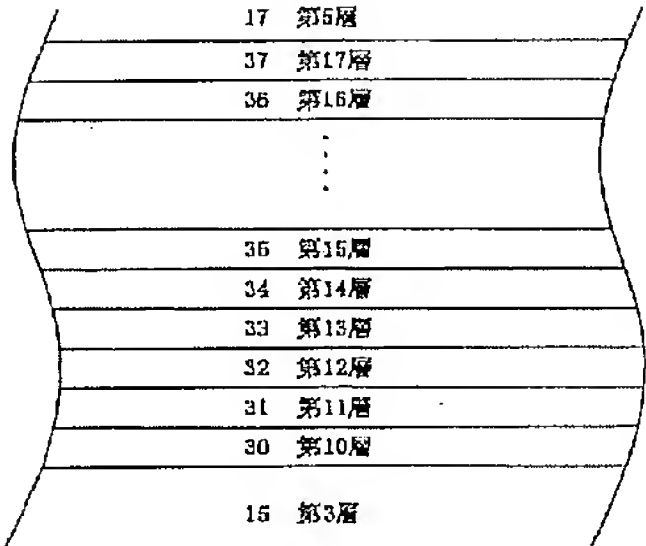
【図1】



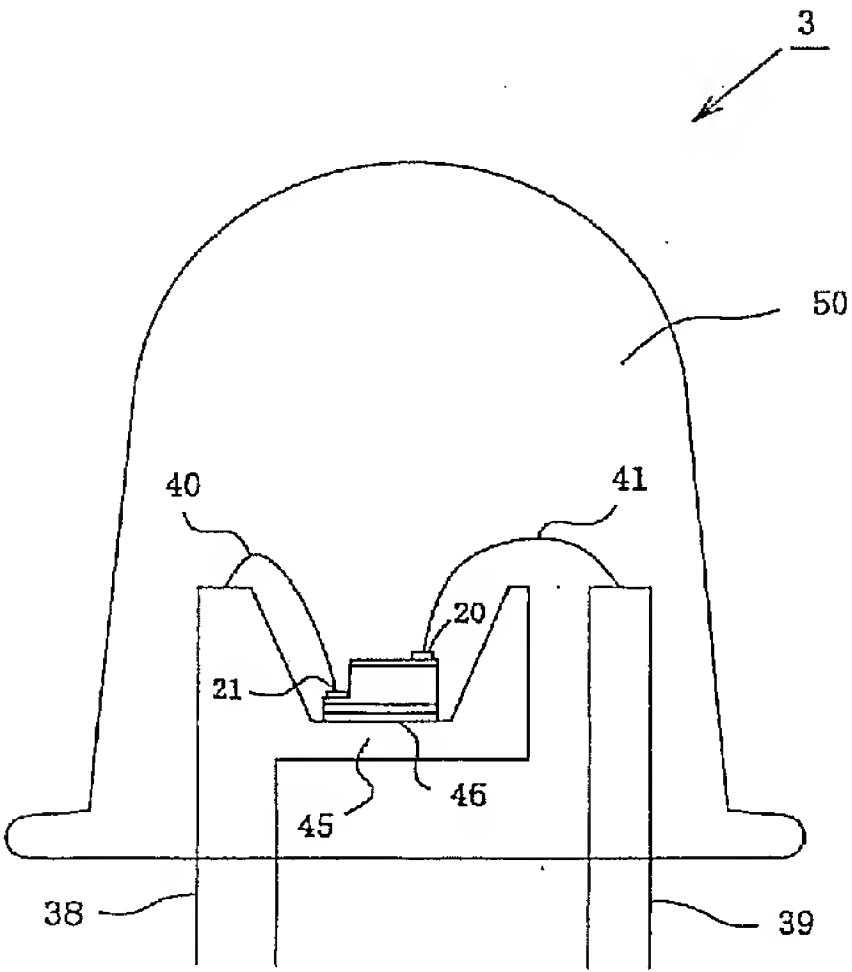
【図2】



【図3】



【図4】



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-368276

(43)Date of publication of application : 20.12.2002

(51)Int.Cl.

H01L 33/00

(21)Application number : 2001-177969

(71)Applicant : TOYODA GOSEI CO LTD

(22)Date of filing : 13.06.2001

(72)Inventor : TAKI TETSUYA

(54) LIGHT-EMITTING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide white light-emitting devices which are manufactured, without complicated manufacturing processes and enables uniform in light emission characteristics.

SOLUTION: An N-type III nitride compound semiconductor layer, a III nitride compound semiconductor light-emitting layer, and a P-type III nitride compound semiconductor layer are successively stacked on a board for the formation of a light-emitting device; and a semiconductor layer which is formed of $Zn_xCd_{1-x}SySe_{1-y}$ ($0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$), receives a part of blue light emitted from a light-emitting layer, and emits yellow light is interposed between the N-type III nitride compound semiconductor layer and the light-emitting layer.

